

2026

iNSNEX

线卷机器人智能装箱引导项目

InsWorks VDE 行业应用解决方案：2026.07

项目介绍:

项目背景:

在钢铁物流行业中，线卷作为主要的工业物资流转单元，其仓储空间的利用效率直接关系到企业的物流成本和库容竞争力。尤其在当前冷轧薄板、电工钢等高附加值卷材产能不断扩张的背景下，由传统人工码垛所引发的间隙不均匀、卷径混排混乱等问题，已经成为阻碍仓储集约化升级的关键因素。

物流行业视觉检测特点:

- ①、复杂对象泛化识别：自适应分辨率，泛化识别材质，智能判定破损等；
- ②、动态场景强鲁棒性：毫秒级响应高速动态场景等；
- ③、全维度风险感知：感知物理损伤、监控行为合规及环境风险等；
- ④、自适应柔性部署：分拣策略自学习，吞吐弹性扩展。



整体方案示意图

检测需求与项目目标:

检测需求:

- 高精度定位，将传送带上的不同尺寸的线卷抓取装入纸箱中
- 利用算法实现最大空间利用率，确保包装箱利用面积达到最大
- 避免传统人工码垛所引发的间隙不均匀、卷径混排混乱等问题

项目目标:

本项目旨在研发部署一套融合高精度、高效率的智能装箱系统，实现对多规格线卷空间占位的建模及最优堆叠序列的实时计算，替代经验驱动的人工排布模式，提升库容效能与周转效率。

- 有效提高库容利用率，压缩物流成本
- 自动生成紧凑码垛方案，实现智能排布
- 力学仿真确保底层卷材承重均衡，规避形变风险

整体方案：

方案说明：

先使用棋盘格/标定工具完成相机标定及相机与机器人之间的手眼关系标定。在线运行时，对线卷图像使用找圆工具提取圆心和直径；对纸箱图像使用抓边算法获取箱体位置和有效区域。规划模块根据线卷尺寸、箱体边界和安全间距计算放置坐标与顺序，并转换到机器人坐标系执行装箱。

检测流程：

空间标定 → 线卷定位 → 纸箱定位 → 算法排布 → 坐标转换 → 机器人抓取装箱

硬件选型与标定：

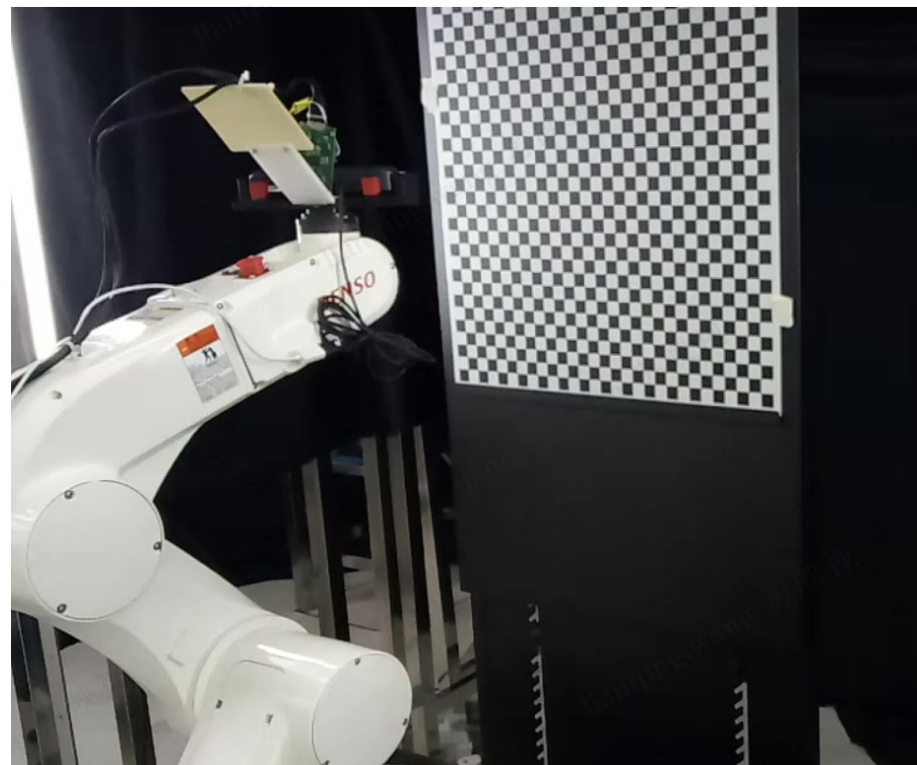
处理说明

相机需覆盖线卷和纸箱定位区域，分辨率满足圆心定位与箱体边界测量。手眼标定决定视觉坐标到机器人坐标的转换精度；抓具中心、抓取高度和放置高度也必须纳入坐标链。

通过标定板建立图像坐标到物理坐标的映射，并标定相机与机器人基座/TCP 的关系。

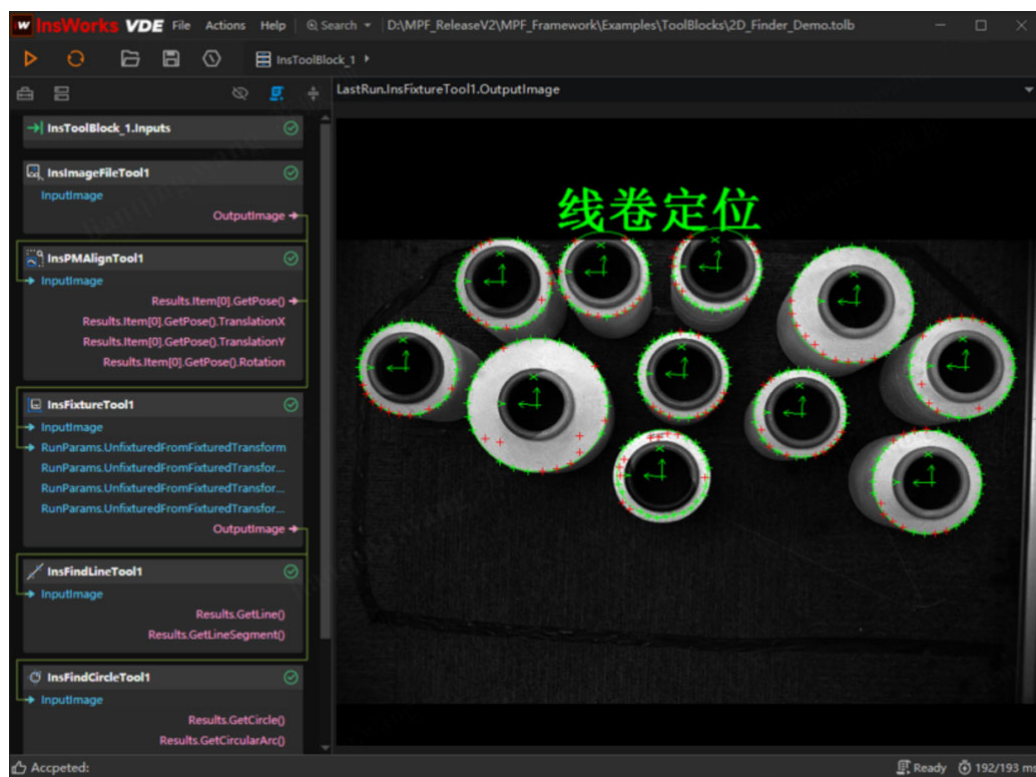
硬件选型要点：

- 相机视野能覆盖视觉区域，能稳定俯视成像
- 光源需要能均匀照亮线卷和纸箱
- 完成相机内参、工作平面和机器人手眼标定
- 验证抓具 TCP、机器人重复定位和机械刚性



标定相机与机器人之间的位置关系

线卷与纸箱定位:



对线卷进行定位

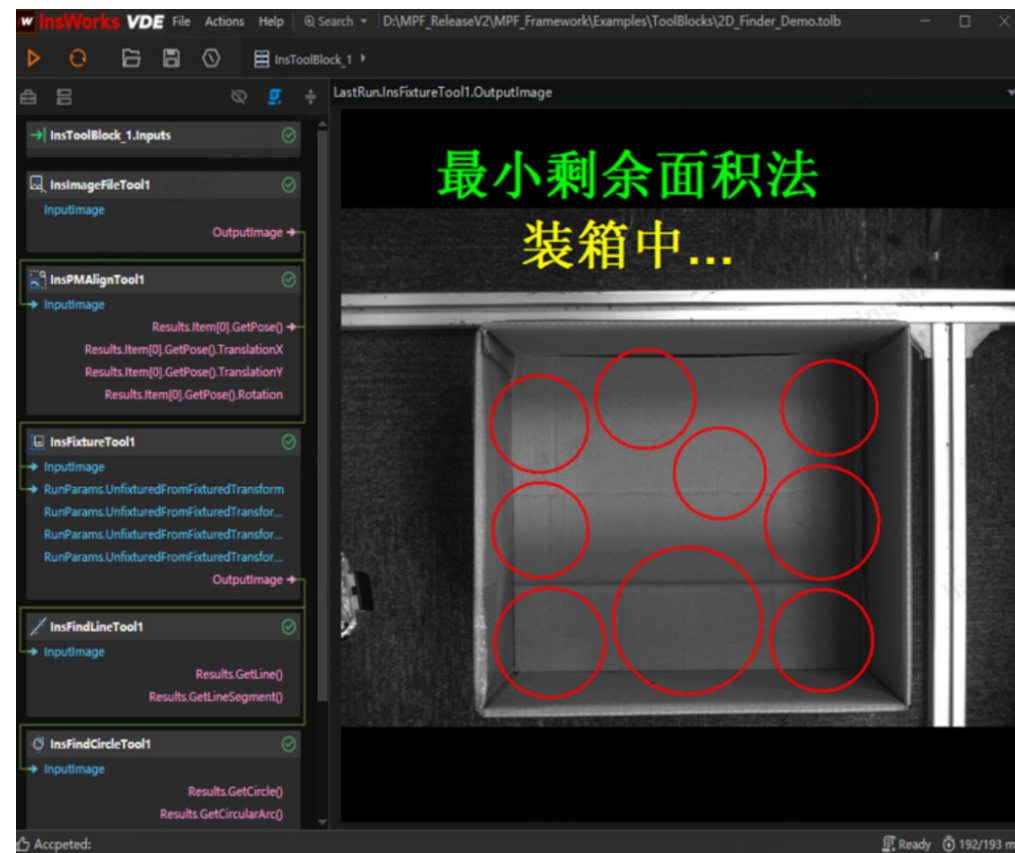
- 标定完成后，用相机对线卷进行取像，后续均在标定空间进行操作
- 使用抓圆工具对线卷进行定位，获得圆心、直径
- 使用抓边算法对纸箱进行定位，获取有效矩形及姿态
- 定位失败或边界不完整时应停止抓取

装箱算法：

算法说明：

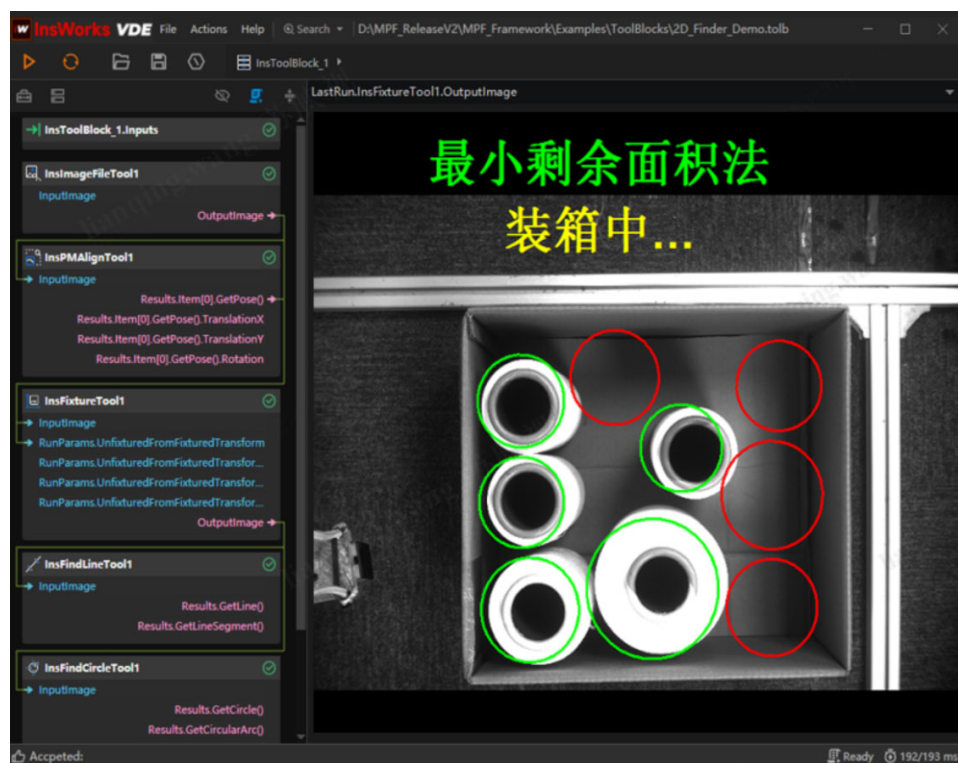
规划算法以纸箱有效区域、线卷半径、安全间距和抓具空间为约束，计算可放置位置及抓放顺序。若线卷规格混合，还需考虑稳定性和底层承重。输出位置在发送机器人前进行越界、碰撞和占用检查。随后机器人根据位置进行装箱

- 读取线卷尺寸列表
- 建立纸箱可用区域
- 生成候选放置位置
- 按利用率/稳定性优化顺序
- 转换并发送机器人坐标



计算最优方式装箱

方案优势与项目价值:



机器人装箱中

- 检测结果稳定可靠

检测精度可以达到0.1mm，算法耗时1s内，装满一个纸箱CT控制在60s内，满足生产需求。

- 替代人工，全覆盖检测

替换传统人工检测，实现自动化检测，提升生产效率和产能。

- 高一致性、高通用性

提高箱体空间利用率和装箱一致性，视觉与机器人坐标闭环，降低错放和越界风险，任务数据可追溯，便于统计规格和节拍

- 低代码，易上手

方案流程逻辑简便，调试耗时短，极大简易了产线工作人员的维护工作。